

III-A 108

兵庫県南部地震における礫混じり土の液状化事例

建設省土木研究所 正会員 松尾 修
同 正会員 島津多賀夫

1. まえがき

兵庫県南部地震における礫混じり土の液状化については、ポートアイランドをはじめとする臨海埋立地での事例がよく知られている。ここでは、甲子園浜埋立地および武庫川での礫混じり土の液状化事例について報告する。

2. 甲子園浜埋立地

当地では、噴砂がかなり広範囲に認められ、ケーソン護岸等の海側への変位が生じた。また、西宮港大橋の甲子園浜埋立地側の取付部橋桁の落橋が埋立地盤の液状化および地盤流動が関係しているという可能性も指摘されている。¹⁾

地震後に、埋立地内の噴砂・地割れが認められた地点において地盤調査を実施した。図-1に地盤柱状図を示す。地表から14 mまでが礫混じり土の埋立層、その下の旧海底面に粘性土層が堆積している。礫混じり土であることから、標準貫入試験（シュアの径35mm）に加え、大型貫入試験（同50mm）²⁾を実施した。N値は2~10程度とかなり低い。また、図-2にも示すように、大型貫入試験によるNd値はN値よりもやや小さい値となっている。Nd値とN値の関係については、砂質土で $N=1.5 \cdot Nd$ 、礫混じり土で左の係数が礫分含有率とともに大きくなる²⁾との報告があるが、図-2ではその比は1.5前後あるいはそれ以下である。図-3は、2深度における大型不攪乱試料より得られた粒径加積曲線である。なお、同図には北海道南西沖地震で液状化した森町の礫混じり土³⁾、新潟地震で液状化した砂地盤⁴⁾、およびグラベルドレンに用いられる碎石の粒度曲線を参考のため併記した。平均粒径は最大で3 mm、最大粒径は150 mm、礫分含有率は60%となっている。このような粒度である

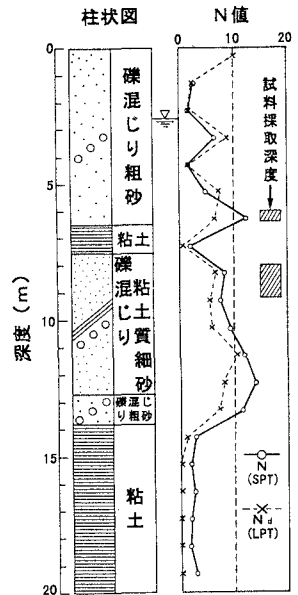


図-1 地盤柱状図（甲子園浜）

にもかかわらず、図-2の結果からは、貫入抵抗値が礫分の影響をあまり受けていないように見える。

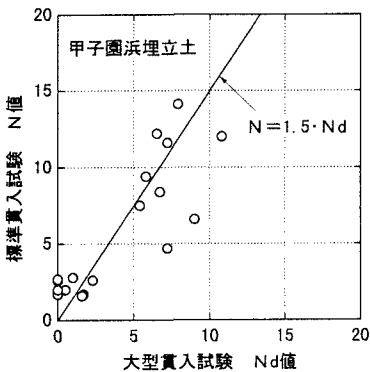


図-2 N値とNd値の関係

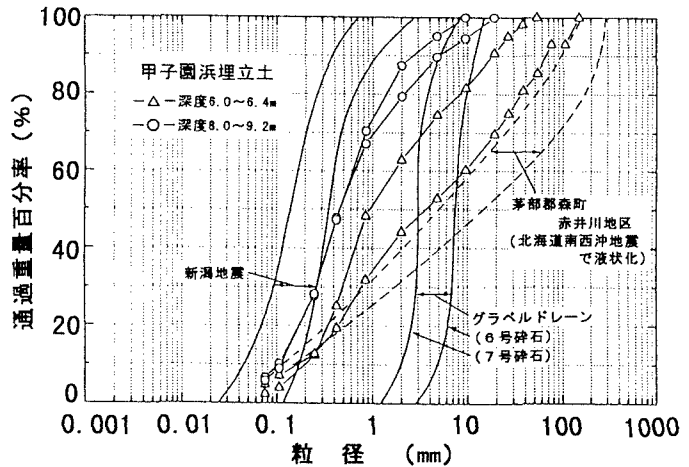


図-3 粒径加積曲線（甲子園浜）

3. 武庫川高水敷

本事例は兵庫県南部地震に関し筆者がこれまでに得た唯一の自然堆積礫混じり地盤の液状化事例である。武庫川新橋の架かる地点の右岸高水敷において、南北120m、東西80mの広がり方で噴砂が認められた。当地は震度7地域⁵⁾の東端に位置する。噴砂は地割れから噴出し、地表に堆積した部分はほとんど砂であったが、地割れの中には、下部より運ばれたと思われる玉石があった。ちなみに、その範囲に位置する橋台及び橋脚には数cmの水平変位が認められた。

図-4に、上記範囲内の高水敷で地震後に実施されたボーリング調査の結果を示す。調査した深度12mの範囲ではほとんど沖積の砂礫となっている。地表から4ないし5mまでがN値が8~15とやや低く、地下水位は地表面下2mである。貫入試験試料より得られた粒径加積曲線を図-5に示す。平均粒径 D_{50} は2~8mm、最大粒径は30mm弱、礫分含有率は50~70%となっている。ボーリング記事によると、深度

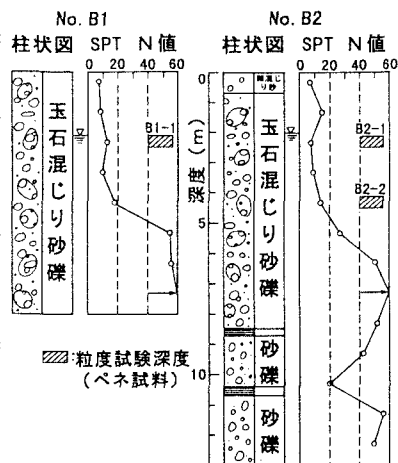


図-4 地盤柱状図（武庫川）

1~5 mの層は、「玉石混じり砂礫。茶褐色~褐色。緩い~中位。中粗砂（粗砂）、 $\phi 3\sim 5$ （5~30）mm位の垂角礫主体。 $\phi 150$ （100~150）mm位の玉石混入。」となっている（カッコ内はB2）。また、深度5~8mの層は、「非常に締まっている。 $\phi 300$ mm位の玉石多量に混入。」となっている。これより、この2つの砂礫層のN値は礫ないし玉石の混入率に強く影響されると推定される。なお、記事中の玉石の径は、近傍の橋脚基礎工事からの情報を参考にして記述されたものである。記事中の玉石の最大径と貫入試験試料の最大径とは大きく異なるが、これは言うまでもなく、貫入試験試料ではシュウの内径以上の玉石は貫入できないためである。

以上のことから、少なくとも地下水位以下約3mの砂礫層が液状化したものと推定される。さらに、それより上の地表面まで透水性が高い砂礫層であるのも注目に値する。

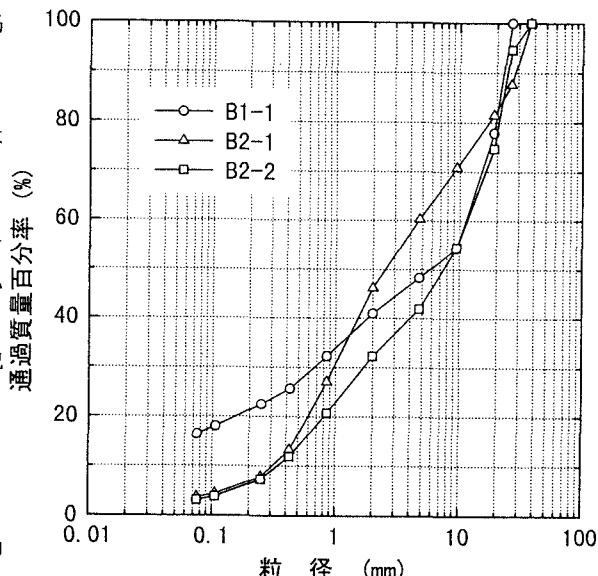


図-5 粒径加積曲線（武庫川）

4. まとめ

(1) 甲子園浜埋立地で液状化したと推定される埋立土は礫分含有率が最大で60%であった。N値は2~10と小さかった。

(2) 武庫川河川敷で沖積の玉石混じり砂礫地盤が液状化した。液状化したと推定される層のN値は8~15であり、その上層もすべて透水性の高い砂礫であった。

《謝辞》上記3. のデータを提供していただいた宝塚市道路部の関係各位に謝意を表します。

《参考文献》1) 兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会：兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書、1995. 2. 2) 地盤工学会：地盤調査法, p. 262, 1995. 3) 田中幸久他：1993年北海道南西沖地震における礫地盤液状化の原因究明（その1）、電力中央研究所報告U94007, 1994. 4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編, p. 104, 1990. 5) 気象庁、1995. 2.